

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра фундаментальной и прикладной химии



Козина А.М.

«30» ноября 2016 г.

Аналитическая химия

Учебный модуль по специальности
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела
Даниленко Л.Б.

«29» ноября 2016 г.

Разработали

зав. кафедрой ФПХ

Зыкова И.В.

ст. преподаватель КФПХ

Исаков В.А.

«24» ноября 2016 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 3 от 25.11.2016 г.

Заведующий кафедрой

Зыкова И.В.

«25» ноября 2016 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля (УМ) состоит в том, чтобы сформировать у студентов владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Задачи УМ

- изучение теоретических основ качественного и количественных методов анализа;
- приобретение навыков пробоотбора и пробоподготовки;
- изучение методов разделения и концентрирования;
- уровней градуировки и выбора стандартов;
- приобретение навыков правильного выбора метода или методов для конкретного этапа аналитических измерений.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении математики, физики, общей и неорганической химии.

Учебный модуль «Аналитическая химия» изучается в третьем и четвертом семестрах, входит в базовую часть основной образовательной программы по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия».

В процессе изучения курса «Аналитическая химия» студенты готовятся к изучению дисциплин, таких как: физическая химия, коллоидная химия, органическая химия, химические основы биологических процессов и т.д..

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций: владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2).

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	продвинутый	теоретические основы качественного и количественного анализа; практическое применение наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа (гравиметрического, титриметрических, электрохимических, оптических, хроматографических); их специфические особенности, возможности и ограничения; взаимосвязь различных методов анализа.	обоснованно осуществлять выбор метода анализа; пользоваться аппаратурой и приборами (аналитическими весами, рН-метром, иономером, кондуктометром, фотоэлектроколориметром, поляриметром, пламенным фотометром, ИК-спектрофотометром, атомно-абсорбционным спектрофотометром, газовым и жидкостным хроматографами) проводить необходимые расчеты в изученных методах анализа.	методами статистической обработки экспериментальных результатов химических и биологических исследований; методами колориметрии, поляриметрии, спектрофотометрии и рефрактометрии; техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой и простейшими приборами; методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы; техникой работы на физических приборах, используемых для качественного и количественного анализа (фотоколориметр, спектрофотометр, рН-метр, кулонометр, амперметр и др.); навыками по проведению систематического анализа неизвестного соединения;

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов.

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам		Коды формируемых компетенций
		3	4	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	16	8	8	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):				
<i>Введение</i>				
- лекции	2	2		ОПК-2
- практические занятия	0	0		
- лабораторные работы	3	3		
- аудиторная СРС				
- внеаудиторная СРС	5	5		
<i>1) УЭМ 1. Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования:</i>				
- лекции	26	26		ОПК-2
- практические занятия	30	30		
- лабораторные работы	39	39		
- аудиторная СРС				
- внеаудиторная СРС	95	95		
<i>2) УЭМ 2. Методы выделения, разделения и концентрирования</i>				
- лекции	8	8		ОПК-2
- практические занятия	6	6		
- лабораторные работы	12	12		
- аудиторная СРС				
- внеаудиторная СРС	26	26		
<i>3) УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа</i>				
- лекции	34		34	ОПК-2
- практические занятия	36		36	
- лабораторные работы	42		42	
- аудиторная СРС				
- внеаудиторная СРС	112		112	
<i>4) УЭМ 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка</i>				
- лекции	2		2	ОПК-2
- практические занятия	0		0	
- лабораторные работы	12		12	
- аудиторная СРС				
- внеаудиторная СРС	14		14	
Аттестация:				
- экзамен	72	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

Введение

Предмет аналитической химии. Структура аналитической химии. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники и народного хозяйства. Виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу.

Метрологические основы химического анализа

Основные метрологические понятия и представления. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Классификация погрешностей анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений.

УЭМ 1. Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования:

Типы реакций и процессов в аналитической химии

Основные типы реакций и процессов в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления, осаждения-растворения, экстракции, сорбции. Константы равновесия. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Метод конкурирующих реакций. Общая и равновесная концентрации. Условные константы. Графическое описание равновесий.

Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Скоростопределяющая стадия. Кинетические уравнения. Молекулярность и порядок реакций. Факторы, влияющие на скорость. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Индуцированные цепные и сопряженные реакции. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.

Кислотно-основные реакции

Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота-сопряженное основание и растворитель. Константа кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Окислительно-восстановительные реакции

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.

Процессы осаждения и соосаждения

Равновесие в системе раствор – осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона, осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц и их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (перекристаллизация и агрегация первичных частиц, термическое старение, остальдовское созревание). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение и последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

Реакции комплексообразования

Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и комплексообразователя: внутрисферные и внешнесферные комплексы, однороднолигандные и смешаннолигандные, полиядерные.

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние общей структуры на свойства органических реагентов, роль заместителей и хромофорных групп. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H_2O , NH_3 , H_2S и кислород-, азот-, и серосодержащими органическими реагентами. Влияние природы функционально-аналитических групп, их расположения, стереохимии молекул реагента на селективность его взаимодействия с неорганическими ионами.

Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер циклов, число циклов, характер связи металл-лиганд.

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости, степень образования комплекса. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Механизм замещения лигандов: ассоциативный и диссоциативный. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрации компонентов, pH, ионная сила раствора, температура.

Влияние комплексообразования на растворимость соединений, окислительно-восстановительный потенциал систем, кислотно-основное равновесие, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. Преимущества органических реагентов по сравнению с неорганическими.

Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

УЭМ 2. Методы выделения, разделения и концентрирования

Методы обнаружения и идентификации

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.

Методы выделения, разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования, их выбор и оценка. Сочетание различных методов разделения и концентрирования с физико-химическими и физическими методами определения. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов.

Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов путем подбора органических растворителей, изменения pH водной среды, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.

Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений pH, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях.

Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.

Хроматографические методы анализа

Основные принципы метода. Классификация по применяемым фазам, механизмам разделения и технике хроматографического анализа. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные теоретические положения. Концепция теоретических тарелок, ее недостатки. Кинетическая теория. Типы стационарных и подвижных фаз. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Эксклюзивная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа

Химические методы анализа

Гравиметрический метод анализа

Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Ошибки в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема определений. Величина навески, осадка и объема раствора. Требования к осаждаемой форме. Способы отделения осадка от раствора. Промывание осадка. Требования к гравиметрической форме. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.

Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.

Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Определение неорганических и органических соединений. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению. Способы выражения состава растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования (s-образные, линейные). Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.

Кисотно-основное титрование

Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований и температуры на характер кривых титрования. Кисотно-основное титрование в неводных средах. Кисотно-основные индикаторы. Ошибки титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Окислительно-восстановительное титрование

Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: комплексообразование, концентрация ионов водорода, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Погрешности титрования.

Осадительное титрование

Построение кривых титрования. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентрации определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы. Ошибки титрования. Другие методы обнаружения конечной точки титрования.

Комплексометрическое титрование

Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Ошибки титрования. Неорганические и органические реагенты в комплексонометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное, косвенное. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения.

Другие титриметрические методы анализа

Термометрическое, радиометрическое титрование. Сущность методов.

Электрохимические методы анализа

Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимическая цепь (ячейки). Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Чувствительность и селективность электрохимических методов.

Потенциометрия

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления.

Кондуктометрия

Теоретические основы метода. Электрическая проводимость, измерение электрической проводимости. Зависимость электрической проводимости электролита от различных факторов. Классификация кондуктометрических методов. Области применения кондуктометрии.

Аналитическая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Аппаратура для кондуктометрических измерений.

Вольтамперометрия

Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузный токи. Предельный диффузный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Зависимость потенциала полуволны от константы устойчивости комплексного соединения. Восстановление и окисление органических соединений. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная вольтамперометрия, переменноточковая вольтамперометрия, хроноамперометрия с линейной разверткой. Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными поляризованными электродами. Выбор потенциала индикаторного электрода и налагаемого напряжения при использовании двух индикаторных электродов. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

Другие электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрогравиметрических методов. Теоретические основы кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Хронопотенциометрия – вольтамперометрия при постоянном токе. Практическое применение методов.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Оптические методы анализа

Спектроскопические методы анализа

Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы выражения (длина волны, частота, волновое число, поток излучения, интенсивность). Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), рассеяние, поглощение. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности с числом излучающих частиц.

Спектры молекул. Представление полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Схемы электронных уровней молекулы. Основные и возбужденные электронные состояния. Особенности молекулярных спектров. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов. Характеристики спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила. Оптические материалы, применяемые для работ в различных областях спектра. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники излучения. Систематические аппаратные искажения.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Математическое выражение этого закона. Величины, характеризующие поглощение. Использование спектров атомов и молекул в аналитической химии.

Методы атомной оптической спектроскопии

Атомно-эмиссионный метод. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

Методы атомной рентгеновской спектроскопии

Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгено-абсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный

зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; Особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

Методы молекулярной оптической спектроскопии

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

Методы колебательной спектроскопии. Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК и КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов.

Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии. Примеры использования.

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальная схема прибора.

Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений. Примеры использования.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа

Теоретические основы метода. Особенности коллоидных растворов. Способы получения коллоидных растворов. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализа.

Поляриметрический метод анализа

Теоретические основы метода. Получение плоскополяризованного света. Принцип поляриметрических измерений. Аппаратура для поляриметрических измерений. Поляриметр круговой СМ-2. Зависимость угла вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света от различных факторов. Практическое применение поляриметрического анализа.

Рефрактометрический метод анализа

Теоретические основы метода. Преломление света на границе раздела двух фаз. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов. Поляризация и рефракция. Аппаратура для рефрактометрических определений. Практическое применение рефрактометрических измерений.

Другие физические методы анализа

Масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Хромато-масс-спектрометрия. Общие представления о резонансных (ЭПР-, ЯМР-спектроскопия) и ядерных методах.

Хроматографические методы анализа

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газотвердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

УЭМ 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка

Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии

Использование ЭВМ в аналитической химии: сбор и первичная обработка результатов анализа; обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм; установление корреляций аналитических свойств с пространственным электронным строением реагентов, интермедиатов, продуктов аналитических реакций. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента. Симплекс-оптимизация. Расчеты равновесий.

Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий.

Автоматизация и механизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа. Персональные компьютеры. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для проточно-инжекционного анализа, для отбора и анализа проб космического вещества, лабораторные роботы).

Пробоотбор и пробоподготовка

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Основные объекты анализа

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.

Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, транс-плутониевых элементов и некоторых продуктов деления.

Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

Аналитическая химия элементов. Основные методы выделения и определения элементов.

4.3 Содержание практических занятий

№ раздела УМ	Наименование практических занятий	Трудоемкость, ак. час
1	1. Равновесие в гомогенных системах	10 часов
	2. Равновесие в гетерогенных системах	8 часов
	3. Равновесие в процессах окисления-восстановления	6 часов
	4. Равновесие в процессах комплексообразования	6 часов
2	1. Методы разделения и концентрирования	6 часов
3	1. Гравиметрический метод анализа	4 часа
	2. Кислотно-основное титрование	6 часов
	3. Редоксиметрия	4 часа
	4. Комплексонометрическое титрование	2 часа
	5. Осадительное титрование	2 часа
3, 4	1. Электрохимические методы. Кондуктометрия. Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионметрия	6 часов
	2. Оптические методы анализа. Рефрактометрия. Поляриметрия. Фотоколориметрия. ИК-спектроскопия	6 часов
	3. Оптические методы анализа. Атомно-абсорбционный анализ	6 часов

4.4 Лабораторный практикум

№ раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. час
1	1. Вводное занятие. Техника безопасности. Посуда и реактивы	3 часа
	2. Анализ катионов I аналитической группы	3 часа
	3. Анализ катионов II аналитической группы	3 часа
	4. Анализ катионов III аналитической группы	3 часа
	5. Анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп	3 часа
	6. Анализ катионов IV аналитической группы	3 часа
	7. Анализ катионов V аналитической группы	3 часа
	8. Анализ катионов VI аналитической группы	3 часа
	9. Анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп	3 часа
	10. Анализ смеси катионов шести аналитических групп	6 часов
	11. Общие характеристики анионов I, II, III аналитических	

	групп	3 часа
	12. Анализ смеси анионов трех аналитических групп	6 часов
2	13. Ход анализа твердых веществ, растворимых и нерастворимых в воде. Открытие катионов и анионов	9 часов
	14. Хроматографические методы анализа	3 часа
3	1. Гравиметрический метод анализа	3 часа
	2. Кислотно-основное титрование	6 часов
	3. Редоксиметрия	6 часов
	4. Комплексонометрическое титрование	3 часа
	5. Осадительное титрование	3 часа
3, 4	6. Электрохимические методы. Кондуктометрия. Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионметрия. Полярография	12 часов
	7. Оптические методы анализа. Рефрактометрия. Поляриметрия. Фотоколориметрия. Флуориметрия.	12 часов
	8. Оптические методы анализа. Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный анализ.	6 часов
	9. Хроматографические методы анализа. Высокоэффективная жидкостная хроматография	3 часа

4.5 Курсовые проекты (работы)

Курсовая работа проводится в рамках НИРС по аналитической химии.

4.6 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 25.03.2014 Протокол УС № 18 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для проведения лекций необходима аудитория, оборудованная мультимедийной техникой для демонстрации презентаций и видеоматериалов.

Для выполнения лабораторного практикума необходима химическая лаборатория с соответствующим лабораторным оборудованием: настольное и напольное оборудование общего пользования (2 вытяжных шкафа, 4 островных лабораторных стола, 4 пристенных лаб. стола, 2 титровальные установки, 2 шкафа с лаб. посудой, шкаф с реактивами, муфельная печь, подставка под аналитические весы 2 шт., 3 мойки, весы, рН-метр, иономер, спектрофотометр, рефрактометр, фотоэлектроколориметр, электроплитки, сушильный шкаф).

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Аналитическая химия»

Методические рекомендации устанавливают порядок и методику изучения теоретического и практического материала учебного модуля. Методические рекомендации составляются по каждому виду учебной работы, включенные в модуль. Методические рекомендации должны нацеливать студента на творческую самостоятельную работу, не должны подменять учебную литературу и справочники, давать готовых решений поставленных перед студентом задач.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Аналитическая химия» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется **самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний**, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на **формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований**, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и **развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы**, выбирать способы и средства для их решения. Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем аналитической химии на лекциях, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении учебно-исследовательских лабораторных работ, решение задач повышенной сложности.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса **учет различных способностей обучаемых**, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

Самостоятельная работа студентов

В образовательном процессе более половины учебных часов отводится на **самостоятельную работу студентов**, которая включает:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к коллоквиумам и контрольным работам;
- оформление отчетов по лабораторным работам и защита лабораторных работ;
- подготовка к экзамену.

Темы для самостоятельного изучения

1. Методы выделения, разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования, их выбор и оценка. Сочетание различных методов разделения и концентрирования с физико-химическими и физическими методами определения. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.

2. Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии

Использование ЭВМ в аналитической химии: сбор и первичная обработка результатов анализа; обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм; установление корреляций аналитических свойств с пространственным электронным строением реагентов, интермедиатов, продуктов аналитических реакций. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента. Симплекс-оптимизация. Расчеты равновесий.

Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий.

Автоматизация и механизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа. Персональные компьютеры. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для проточно-инжекционного анализа, для отбора и анализа проб космического вещества, лабораторные роботы).

3. Основные объекты анализа

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.

Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, транс-плутониевых элементов и некоторых продуктов деления.

Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

Теоретический материал по данным темам изложен в учебниках для вузов:

1. **Харитонов Ю. Я.**, Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учеб. для вузов / Ю. А. Харитонов; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с.
2. **Харитонов Ю. Я.**, Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.

Практические занятия

Для закрепления знаний, полученных на практических занятиях и при подготовке к коллоквиумам и контрольным работам рекомендуется рассмотреть примеры решения задач по изученным темам и самостоятельно прорешать несколько задач, приведенных в учебных пособиях:

1. **Харитонов Ю. Я.**, Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия: сб. упражнений: учеб. пособие для вузов / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 241 с.
2. **Моногарова О. В.**, Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учеб пособие: для вузов / О. В. Моногарова, С. В. Мугинова, Д. Г. Филатова; под ред. Т. Н. Шеховцевой; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с.

Лабораторный практикум

При выполнении лабораторного практикума студенты могут использовать:

1. Качественный анализ «Анализ катионов по кислотно-основному методу. Анализ анионов и сухого вещества»: лабораторный практикум / И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2013. – 86 с.
2. Количественный анализ «Химические методы анализа»: лабораторный практикум / И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2013. – 52 с.
3. Физико-химические методы анализа «Электрохимические методы анализа»: лабораторный практикум / И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2013. – 16 с.
4. Физико-химические методы анализа «Оптические методы анализа»: лабораторный практикум / И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2013. – 24 с.

Вопросы к экзамену в 3 семестре

1. Влияние электростатических взаимодействий на равновесие в реальных системах.
2. Влияние сольватации на равновесие в реальных системах.
3. Влияние химических факторов на равновесие в реальных системах. Связь термодинамической и концентрационной констант.
4. рН в растворах сильных кислот и оснований. рН в растворах слабых одноосновных кислот и однокислотных оснований.
5. Влияние рН раствора на диссоциацию слабых одноосновных кислот (рассмотреть на примере муравьиной кислоты).
6. рН в растворах слабых двухосновных кислот. Влияние рН раствора на диссоциацию слабых двухосновных кислот (рассмотреть на примере винной кислоты).
7. Механизмы процесса гидролиза.

8. Количественные величины процесса гидролиза (константа гидролиза, степень гидролиза, pH растворов солей).
9. Вычисление pH растворов солей, образованных анионами многоосновных кислот. Управление процессами гидролиза. Значение процессов гидролиза для качественного анализа.
10. Буферные растворы, pH буферных растворов.
11. Буферная емкость. Вычисления буферной емкости.
12. Связь буферной емкости с константой диссоциации кислоты (константой кислотности). Зависимость буферной емкости от концентрации буферной системы. Буферные растворы сильных кислот и оснований.
13. Буферные системы организма.
14. Кислотно-основные взаимодействия.
15. Концепция МВС на природу связи в комплексных соединениях.
16. Концепция ТКП на природу связи в комплексных соединениях.
17. Концепция ММО на природу связи в комплексных соединениях.
18. Сравнение концепций МВС, ТКП и ММО на природу связи в комплексных соединениях
19. Обоснование спектрохимического ряда лигандов с позиций ММО.
20. Равновесие в комплексных ионах. Методы определения констант нестойкости комплексных ионов. Термодинамические свойства комплексных ионов.
21. Окраска комплексных соединений в кристаллическом и растворенном состоянии.
22. Кинетические характеристики комплексных соединений. Реакции с участием комплексных частиц, сопровождающиеся изменениями во внутренней сфере.
23. Реакции с участием комплексных частиц, сопровождающиеся изменением состояния комплексообразователя.
24. Концепция «жестких» и «мягких» кислот и оснований.
25. Стерические эффекты, возникающие при образовании комплексных соединений.
26. Влияние хелатного эффекта на устойчивость комплексных соединений.
27. Растворимость комплексных соединений в воде и других растворителях.
28. Применение комплексных соединений в химии и медицине.
29. Оценка окислительно-восстановительной способности веществ. Вывод уравнения Нернста.
30. Влияние pH на величину потенциала окислительно-восстановительной системы.
31. Влияние процесса комплексообразования на величину потенциала окислительно-восстановительной системы.
32. Влияние процесса образования малорастворимого соединения на вычисление потенциала окислительно-восстановительной системы.
33. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Применение окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе.
34. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.
35. Окислительно-восстановительные реакции в биологических процессах.
36. Константы равновесия в системе осадок – раствор.
37. Вычисления растворимости для разных по природе малорастворимых веществ.
38. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимых веществ.
39. Влияние конкурирующих реакций на растворимость
40. Влияние температуры, растворителя, ионной силы и других факторов на растворимость.
41. Дробное осаждение. Превращение одних малорастворимых веществ в другие.
42. Классификация методов качественного анализа.
43. Методы маскирования, концентрирования и разделения.
44. Экстракционные методы. Классификация экстракционных процессов в соответствии с их механизмом. Экстракция простых ковалентных молекул без изменения их состава.

45. Экстракция ионов путем введения их в состав нейтральных молекул.
46. Экстракция координационно несольватированных солей.
47. Экстракция минеральных кислот. Экстракция координационно сольватированных солей.
48. Адсорбционные и ионообменные процессы для концентрирования и разделения.
49. Электрохимические методы разделения. Методы испарения. Другие методы разделения и концентрирования. Управляемая кристаллизация.
50. Теоретические основы хроматографического метода анализа. Классификация хроматографических методов.
51. Виды хроматографии по механизмам разделения. Молекулярно-адсорбционная хроматография.
52. Ионообменная хроматография. Осадочная хроматография.
53. Распределительная хроматография. Окислительно-восстановительная хроматография.
54. Особенности и виды высокоэффективной жидкостной хроматографии
55. Аппаратура для высокоэффективной жидкостной хроматографии.
56. Теоретические основы хроматографического анализа газов. Принцип газовой хроматографии.
57. Аппаратура для газовой хроматографии.

Вопросы к экзамену в 4 семестре

1. Количественный анализ. Задачи количественного анализа. Методы количественного анализа. Расчеты в количественном анализе.
2. Сущность гравиметрического анализа. Типы гравиметрических определений.
3. Теория осаждения в гравиметрическом методе анализа: выбор осадителя, полнота осаждения, механизм образования осадков.
4. Условия осаждения кристаллических осадков. Условия осаждения аморфных осадков. Соосаждение.
5. Операции гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.
6. Характеристика титриметрического анализа. Реакции, используемые в титриметрическом анализе. Классификация методов титриметрии.
7. Основной закон в титриметрическом методе анализа. Расчеты в титриметрии.
8. Кисотно-основное титрование. Классификация метода. Стандартные растворы. Вычисление концентрации водородных ионов, pH в растворах электролитов.
9. Кривые титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием.
10. Титрование слабых кислот сильными основаниями. Титрование сильных кислот слабыми основаниями. Кривые титрования.
11. Титрование слабых кислот слабыми основаниями Титрование многоосновных кислот. Кривые титрования.
12. Титрование солей на примере соды. Ионная теория кислотно-основных индикаторов.
13. Хромофорная теория кислотно-основных индикаторов. Погрешности титрования.
14. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования.
15. Методы обнаружения конечной точки окислительно-восстановительного титрования.
16. Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования.
17. Методы обнаружения конечной точки комплексонометрического титрования.
18. Осадительное титрование. Кривые титрования.
19. Методы обнаружения конечной точки осадительного титрования.
20. Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов.
21. Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода. Электроды на ион водорода.
22. Электроды сравнения.
23. Ионселективные электроды. Основные характеристики ионселективных электродов.

24. Классификация ионселективных электродов.
25. Потенциометрическое титрование.
26. Аппаратура для потенциометрического анализа.
27. Кондуктометрия. Прямая и косвенная. Характеристика методов.
28. Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Определение точки эквивалентности по электропроводности.
29. Кривые кондуктометрического титрования, их типы. Примеры кондуктометрического титрования.
30. Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки.
31. Теоретические основы полярографического анализа. Уравнение Ильковича.
32. Полярографические методы определения концентрации веществ в растворе. Условия проведения полярографического анализа. Применение метода.
33. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Амперометрическое титрование с одним поляризуемым электродом. Биамперометрическое титрование.
34. Теоретические основы фотометрических методов. Оптические свойства окрашенных растворов. Законы прохождения света через вещество. Молярный коэффициент абсорбции.
35. Цвет раствора. Спектры поглощения. Выбор условий для колориметрических определений. Причины отклонения от основного закона фотометрии.
36. Способы измерения интенсивности светопоглощения. Визуальные методы. Фотоэлектроколориметрические методы.
37. Аппаратура для фотоэлектроколориметрических измерений. Однолучевые фотоэлектроколориметры. Двухлучевые фотоэлектроколориметры.
38. Фотометрические методы определения концентрации веществ в растворе.
39. Теоретические основы нефелометрического и турбидиметрического методов анализа.
40. Особенности коллоидных растворов и способы их получения.
41. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов.
42. Методы определения концентрации веществ в растворе с помощью нефелометрического и турбидиметрического методов анализа.
43. Теоретические основы люминесцентного метода анализа. Классификация люминесценции. Люминофоры. Механизм возникновения люминесценции.
44. Законы люминесценции. Тушение люминесценции.
45. Аппаратура для люминесцентного анализа. Флуориметры. Спектрофлуориметры.
46. Практическое применение люминесцентного анализа. Сортной люминесцентный анализ. Люминесцентная микроскопия. Качественный люминесцентный анализ. Количественный люминесцентный анализ.
47. Теоретические основы метода атомно-абсорбционной спектроскопии.
48. Способы определения концентрации веществ с помощью ААС.
49. Теоретические основы метода эмиссионной спектроскопии (ЭС).
50. Качественный эмиссионный анализ.
51. Характеристика основных узлов, имеющих во всех спектральных приборах.
52. Количественный спектральный анализ. Фотографические методы.
53. Количественный спектральный анализ. Фотоэлектрические методы.
54. Сравнение методов ААС и ЭС. Применение методов.
55. Происхождение ИК-спектров. Области ИК-спектра.
56. Регистрация ИК-спектров. Применение ИК-спектроскопии.
57. Теоретические основы рефрактометрического метода анализа. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов.
58. Поляризация молекул. Вывод формулы Лоренц-Лорентца.
59. Практическое применение метода рефрактометрии.

60. Поляриметрия. Сущность поляриметрического анализа. Оптически активные вещества.
61. Плоскополяризованный свет. Вращение плоскости поляризации.
62. Поляриметры, устройство и принцип работы.
63. Методы поляриметрического определения концентрации веществ.

Форма экзаменационного билета

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов
Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина: Аналитическая химия (3 семестр)
для специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия
БИЛЕТ 1

1. Вычисление рН растворов солей, образованных анионами многоосновных кислот. Значение процесса гидролиза для качественного анализа. Управление процессами гидролиза.
2. Стерические эффекты, возникающие при образовании комплексных соединений.
3. Образуется ли осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$, если к 1 л раствора, содержащего 0,1 моль $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ и 0,1 моль NH_3 , добавить 0,1 моль $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$?

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Зыкова И.В.

«___» _____ 201__ протокол №__

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов
Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина: Аналитическая химия (4 семестр)
для специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия
БИЛЕТ 1

1. Теория осаждения в гравиметрическом методе анализа: выбор осадителя, полнота осаждения, механизм образования осадков.
2. Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки.
3. При фотометрическом определении ванадия по методу добавок навеску стали 0,5096 г перевели в раствор и его объем довели до 50 мл. В две мерные колбы на 50 мл отобрали аликвоты раствора по 20,0 мл; в одну из колб добавили стандартный раствор ванадия (0,003 г V), затем в обе колбы – пероксид водорода. Растворы в колбах довели до метки, профотометрировали и получили: $A_x = 0,20$ и $A_x + \text{ст} = 0,48$. Рассчитать массовую долю ванадия в стали.
4. Согласно ИК-спектрам определить структуру соединения (зад. № 19).

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Зыкова И.В.

«___» _____ 201__ протокол №__

Приложение Б

Технологическая карта учебного модуля «Аналитическая химия» семестр 3, ЗЕТ 8, вид аттестации __экз. __, акад.часов _256, баллов рейтинга 400

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде- ли сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеv. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Введение	1	2	0	3		5	ЛР 1, 2, 3.4	25
УЭМ 1 Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования:								
1.1 Равновесие в гомогенных системах	2-6	10	12	15		35	КР № 1, кол №1	30 50
1.2 Равновесие в процессах комплексообразования	7-10	8	10	12		30	ЛР 5, 6, 7, 8	25
1.3 Равновесие в окислительно-восстановительных процессах и гетерогенных системах	11-14	8	10	12		30	кол № 2 ЛР 9, 10,11.12 КР № 2, кол № 3	50 40 30 50
УЭМ 2 Методы выделения, разделения и концентрирования								
2.1 Методы экстракции	15	2	0			2		
2.2 Методы осаждения и соосаждения	16	2	2	9		2	ЛР 13	30
2.3 Хроматографические методы	17-18	4	2	3		2	ЛР 14	20
2.4 Другие методы						20		
Рубежная аттестация	9							130
Экзамен								50
Итого: за 3 семестр		36	36	54				400

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

отлично – (90-100) % - 360 - 400
хорошо – (70-89) % - 280 – 359
удовлетворительно – (50-69) % - 200 - 279 ,
неудовлетворительно – менее 50 % - менее 200

Приложение Б
Технологическая карта
учебного модуля «Аналитическая химия»
семестр 4, ЗЕТ 8, вид аттестации экз. , акад.часов 256, баллов рейтинга 400

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде- ли сем.	Трудоемкость, ак.час					СРС	Форма текущего контроля успеv. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
УЭМ 3 Химические и физико-химические количественные методы анализа									
1.1 Гравиметрический метод анализа	1-2	4	4	6		12	ЛР 1, 2	20	
1.2 Кислотно-основное титрование	3-4	4	4	6		12	ЛР 3, 4	20	
1.3 Окислительно-восстановительное титрование	5-6	4	4	3		12	ЛР 5	10	
1.4 Комплексонометрическое титрование	7	2	2	3		12	ЛР 6	10	
1.5 Осадительное титрование	8	2	2	3		8	ЛР 7	10	
							КР №1,	30	
							кол №1	40	
1.6 Электрохимические методы анализа	9-11	6	8	12		18	ЛР 8,9,10,11	40	
							КР №2	30	
1.7 Оптические методы анализа	12-16	10	10	18		24	кол. №2	40	
							ЛР 12, 13, 14,		
							15, 16, 17	60	
							кол. №3	30	
1.8 Хроматографические методы анализа	17	2	2	3		14	ЛР 18	10	
УЭМ 4 Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка	18	2	0	3		14			
Рубежная аттестация	9							150	
Экзамен								50	
Итого: за 4 семестр		36	36	54				400	

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

отлично – (90-100) % - 360 - 400
хорошо – (70-89) % - 280 – 359
удовлетворительно – (50-69) % - 200 - 279 ,
неудовлетворительно – менее 50 % - менее 200

Приложение В

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля__Аналитическая химия

Направление (специальность) 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Формы обучения очная

Курс 2 Семестр 3, 4

Часов: всего 512, лекций 72, практ. зан. 72, лаб. раб. 108, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) _256

Обеспечивающая кафедра кафедра фундаментальной и прикладной химии

Таблица 1 – Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
Харитонов Ю. Я. , Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учеб. для вузов / Ю. А. Харитонов; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с.	2	
Харитонов Ю. Я. , Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.	20	
Харитонов Ю. Я. , Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия: сб. упражнений: учеб. пособие для вузов / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 241 с.	2	
Моногарова О. В. , Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учеб пособие: для вузов / О. В. Моногарова, С. В. Мугинова, Д. Г. Филатова; под ред. Т. Н. Шеховцевой; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с.	3	
Васильев В. П. , Аналитическая химия: учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрический методы анализа. - 7-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2009. – 368 с.	20	
Васильев В. П. , Аналитическая химия: учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 2: Физико-химические методы анализа. - 7-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2009. – 384 с.	19	
Учебно-методические издания		
Зыкова И.В. , Рабочая программа учебного модуля «Аналитическая химия» для специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная. – Великий Новгород: НовГУ, 2016. – 26 с.	http://www.novsu.ru/study/university/r.1180151.kso-rt.spec_shifr/i.1180151/?spec=&showfolder=1200136	
Качественный анализ "Анализ катионов по кислотно-основному методу. Анализ анионов и сухого вещества": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 91 с.		https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1008

Количественный анализ "Химические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 54 с.		https://novs.u.bibliotech.ru/Reader/Book/-990
Физико-химические методы анализа "Электрохимические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 18 с.		https://novs.u.bibliotech.ru/Reader/Book/-991
Физико-химические методы анализа "Оптические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 22 с.		https://novs.u.bibliotech.ru/Reader/Book/-1020

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Основы аналитической химии: В 2 кн. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / Под ред. Ю.А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2000. - 352с.	2	
2 Основы аналитической химии : В 2 кн. Кн. 2 : Методы химического анализа / Под ред. Ю.А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2000. - 494с.	2	
3 Основы аналитической химии: Практическое руководство / Под ред. Ю.А. Золотова. – М. : Высшая школа, 2001. – 463с.	1	
4 Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : учеб. пособие для вузов / Под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высшая школа, 2002. – 412 с.	1	
5 Аналитическая химия. Проблемы и подходы = Analytical Chemistry : В 2 т. Т.1 / Ред. Р. Кельнер и др.; Пер. с англ. А.Г. Борзенко и др., под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Мир: АСТ, 2004. - 608с.	6	

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

зав. отделом обслуживания



Е.П. Настуняк

Действительно для 2017/2018 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ И.В. Зыкова

протокол № 11 от 29.06.2017

Действительно для 2018/2019 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ И.В. Зыкова

протокол № 13 от 28.06.2018

Действительно для 2019/2020 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ И.В. Зыкова

протокол № 11 от 22.06.2019